

ного вала. Для расчетов и моделирования были приняты два диаметра вала (15 мм, 17 мм). По результатам моделирования была построена графическая зависимость, показывающая закон изменения средней скорости движения прокладчика (рис. 4).

Из графика следует, что разница в скоростях увеличивается пропорционально углу закручивания вала  $\varphi$ . Максимальное отклонение скоростей формируется при значении угла близком к  $30^\circ$ .

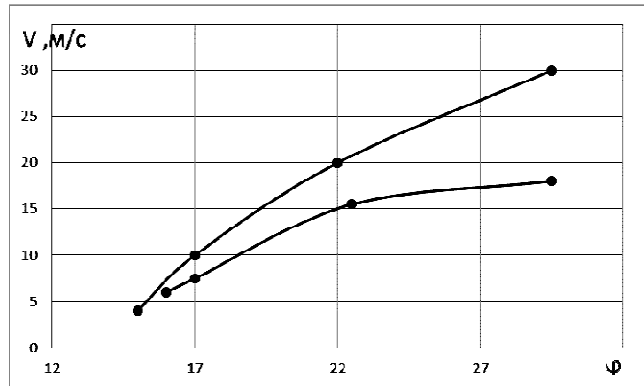


Рис. 4. Диапазон изменения начальной скорости прокладчика в зависимости от конструктивных параметров

**Заключение.** На предварительном этапе исследования была разработана динамическая модель батанного механизма, учитывающая степень податливости ведомых и ведущих звеньев и, твердотельная

модель, имитирующая процесс движения прокладчика утка, при выполнении технологической операции. Определены конструктивные размеры элементов боевого механизма, начальный угол закручивания торсионного вала, угол отрыва нитепрокладчика. Также определено изменение скорости полета прокладчика утка для различных диаметров торсионного вала. Проведенный анализ данных, полученных при исследовании, будет способствовать разработке способов повышения стабильности работы оборудования. Применение интегрированной среды САПР позволит повысить точность измерения параметров механизмов и эффективность отладочных работ на станке.

#### СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Гуляев, Е.С. Оценка параметров точности нитепрокладчика: труды XV научной конференции «Математическое моделирование и информатика» / Е.С. Гуляев; под ред. Д.Ю. Рязанова. – М.: ИЦ ФГБОУ ВПО МГТУ «СТАНКИН», 2013. – С. 121–124.
2. Талавашек, О. Бесчелночные ткацкие станки / О. Талавашек. – М.: Легпром-бытиздат, 1985. – 335 с.
3. Вульфсон, И.И. Динамические расчеты цикловых механизмов / И.И. Вульфсон. – Л.: Машиностроение, 1976. – 328 с.
4. Оников, Э.А. Технология, оборудование и рентабельность ткацкого производства: практическое пособие-справочник / Э.А. Оников. – М.: Текстильная промышленность, 2003. – 318 с.
5. Методы и средства исследования технологических процессов в ткачестве / С.Д. Николаев [и др.]. – М.: МГТУ им. А. Н. Косыгина, 2003. – 336 с.

Материал поступил в редакцию 16.12.14

#### BAKULIN B.A., KALUGIN Yu.K. Analysis of dynamic and strength properties of lathe mechanism and his elements

Results over of theoretical and calculation research of dynamic descriptions of lathe mechanism are Brought. The design of parameters is executed with the use of the integrated programmatic environment of T-Flex. Design results are confronted with technical descriptions of mechanisms and intended for the study of reasons of origin of the dynamic loading on the constrained details, with the purpose of increase of the productivity and reliability of equipment.

УДК 621:787

Довгалева А.М., Свирепа Д.М.

### ВЛИЯНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ И КОНСТРУКТИВНЫХ ПАРАМЕТРОВ ПРОЦЕССА МАГНИТНО-ДИНАМИЧЕСКОГО РАСКАТЫВАНИЯ НА ШЕРОХОВАТОСТЬ ПОВЕРХНОСТИ

**Введение.** Анализ существующих методов поверхностного пластического деформирования (ППД) показывает, что они находят ограниченное применение в промышленности по причине введения в технологический процесс дополнительной операции упрочняющей обработки, увеличивающей себестоимость изготовления деталей [1–7]. В этой связи возрастает актуальность разработки высокопроизводительных методов ППД, в том числе реализуемых на основе ранее неиспользуемых видов энергии.

**Инновационный способ поверхностного пластического деформирования.** В Белорусско-Российском университете разработан способ магнитно-динамического упрочнения поверхности отверстия деталей машин деформирующими шарами, получающими энергию деформирования от вращающегося переменного магнитного поля инструмента (рис. 1) [8–12].

Согласно способу упрочняющий инструмент, содержащий деформирующие шары 1 и источники магнитного поля 2, вводят в отверстие 3 упрочняемой детали 4. Вектор индукции магнитного поля инструмента направляют радиально к упрочняемой поверхности. Источники магнитного поля 2 вращают вокруг продольной оси отверстия 3 и перемещают с осевой подачей. Возникающее при этом вращающееся переменное магнитное поле с индукцией 0,2–1,2 Тл воздействует на деформирующие шары с частотой 60–2000 Гц, со-

объединяет им вращательное и радиальные колебательные движения в плоскости их расположения 5. В результате деформирующие шары 1 осуществляют динамическое упрочнение поверхности детали 4 [9].

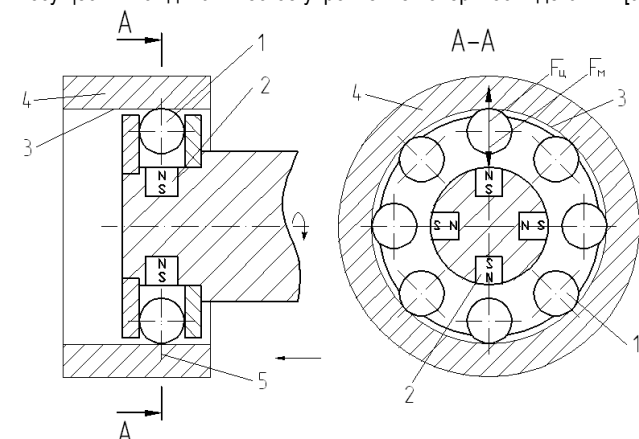


Рис. 1. Схема магнитно-динамического раскатывания поверхности отверстия

**Довгалева Александр Михайлович**, к.т.н., доцент, декан факультета довузовской подготовки и профориентации Белорусско-Российского университета.

**Свирепа Дмитрий Михайлович**, к.т.н., доцент кафедры металлорежущих станков и инструментов Белорусско-Российского университета. Беларусь, БРУ, 212000, г. Могилев, пр. Мира, 43.

**Конструкция инструмента для магнитно-динамического упрочнения.** Для реализации способа магнитно-динамического упрочнения поверхности отверстия деталей машин разработан специальный инструмент, представленный на рисунке 2 [13–20].

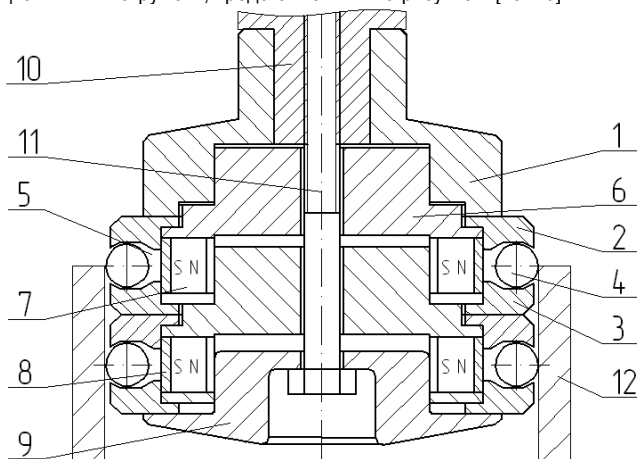


Рис. 2. Многосекционный магнитно-динамический раскатник

Многосекционный раскатник содержит следующие элементы: корпус 1; диски 2, 3; деформирующие шары 4, установленные в кольцевой камере 5; секции, содержащие магнитную систему в виде обоймы 6 с цилиндрическими постоянными магнитами 7 и магнитопроводными вставками 8. Постоянные магниты 7 расположены в радиальных отверстиях обоймы с равномерным угловым шагом и последовательным чередованием полюсов N и S. Магнитный поток от постоянных магнитов 7 посредством магнитопроводных вставок 8 направлен в кольцевую камеру 5. Диски 2, 3 фиксируются на обойме 6 крепежным элементом 9. Корпус 1 инструмента закреплен на оправке 10 винтом 11. Диски 2, 3 и обойма 6 изготовлены из немагнитопроводного материала.

Количество секций инструмента и расстояние между кольцевыми камерами 5 с деформирующими шарами 4 выбирают в зависимости от требуемой производительности упрочняющей обработки с учетом длины обрабатываемой детали, обеспечивая многократное уменьшение длины рабочего хода инструмента.

Упрочняющую обработку осуществляют следующим образом. Оправку 10 инструмента закрепляют в шпинделе, а деталь 12 – в приспособлении станка. Инструмент вводят в отверстие детали 12, сообщают ему вращательное движение и перемещают с рабочей подачей вдоль обрабатываемой поверхности. Вращающиеся совместно с обоймой 6 постоянные магниты 7 периодически воздействуют магнитным полем на деформирующие шары 4 и перемещают их в окружном направлении кольцевой камеры 5. При этом угловая скорость вращения постоянных магнитов 7 превышает угловую скорость вращения деформирующих шаров 4 (рис. 2). В результате на деформирующие шары 4 одновременно действуют центробежная  $F_{ц}$  и периодическая магнитная силы  $F_{м}$ , соответственно прижимающая и отрывающая их от упрочняемой поверхности детали (рис. 1). Под действием магнитной силы деформирующие шары периодически отрываются от поверхности детали 12, осуществляют ее динамическое упрочнение, формируя модифицированный поверхностный слой с высокими эксплуатационными характеристиками.

Выполненные экспериментальные исследования показали, что разработанный способ магнитно-динамического упрочнения в отличие от существующих динамических методов ППД, имеет ряд существенных преимуществ: обеспечивает интенсивное снижение шероховатости поверхности с  $Ra$  6,3–1,6 мкм до  $Ra$  0,6–0,2 мкм; объединяет в один технологический переход операции упрочнения и формирования маслостойкого микрорельефа; исключает деформацию обрабатываемых нежестких заготовок (вследствие малых сил деформирования); позволяет совместить во времени магнитно-силовое воздействие и получить на деталях пар трения поверхностные структуры с новыми физико-механическими свойствами; легко

реализуется на существующем металлорежущем оборудовании и не требует вращения заготовки [9–11]. В то же время имеющиеся в литературе немногочисленные сведения о магнитно-динамическом упрочнении указывают на необходимость проведения дальнейших исследований по выявлению технологических возможностей метода.

**Постановка задачи.** Для более широкого использования технологии магнитно-динамического раскатывания на предприятиях металлообрабатывающей отрасли важно иметь обоснованные рекомендации по выбору рациональных режимов упрочнения. В связи с этим необходимо выполнить исследования, позволяющие оценить влияние основных технологических и конструктивных параметров процесса на качественные характеристики упрочненной поверхности. При этом важнейшей комплексной характеристикой, определяющей качество и эксплуатационные свойства детали, является шероховатость упрочненной поверхности.

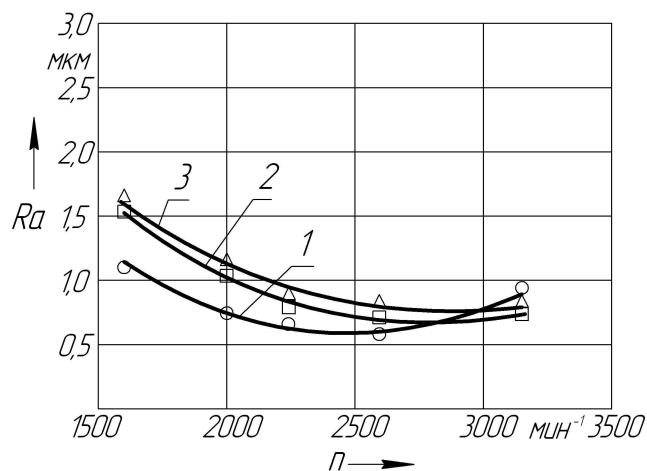
Измерение шероховатости поверхности упрочненных образцов выполняли на профилометре Surftest SJ-210 фирмы Mitutoyo (Япония). За величину шероховатости упрочненной поверхности образца принимали среднее значение пяти измерений параметра  $Ra$  шероховатости поверхности. Упрочнение образцов осуществляли на вертикально-фрезерном станке модели ВФ-130 и фрезерном станке с ЧПУ мод. FSS-400 CNC с использованием магнитно-динамического раскатника.

Характеристики раскатываемых образцов: размеры ( $D \times d \times l$ ) – 135 x 115 x 50 мм; материал – сталь 45 (180–200 HB); сталь 45 (32–35 HRC); сталь 45 (42–45 HRC) ГОСТ 1050-74; отверстия заготовок предварительно растачивали в размер  $\varnothing 115H8^{+0,054}$ ; шероховатость поверхности отверстия образцов после чистового растачивания –  $Ra$  4,1–4,4 мкм.

Параметры магнитно-динамического раскатника: деформирующие шары  $\varnothing 12$  (ШХ 15, 62–65 HRC); количество деформирующих шаров – 26; материал цилиндрических постоянных магнитов – Nd-Fe-B; размеры цилиндрических постоянных магнитов ( $D \times l$ ) – 15 x 10 мм; количество магнитов – 12; индукция магнитного поля в зоне расположения деформирующих шаров  $B = 0,2$  Тл.

Режимы магнитно-динамического раскатывания: частота вращения раскатника 1600–3150 мин<sup>-1</sup> (окружная скорость – 578–1137 м/мин); осевая подача инструмента:  $S = 50$  мм/мин; количество рабочих ходов инструмента:  $i = 1$ ; смазочно-охлаждающая жидкость – масло индустриальное 45.

Результаты экспериментальных исследований зависимости шероховатости поверхности упрочненных заготовок от частоты вращения инструмента представлены на рисунке 3.



1 – сталь 45 (180–200 HB); 2 – сталь 45 (32–35 HRC); 3 – сталь 45 (42–45 HRC)

Рис. 3. Зависимость шероховатости упрочненной поверхности от частоты вращения инструмента

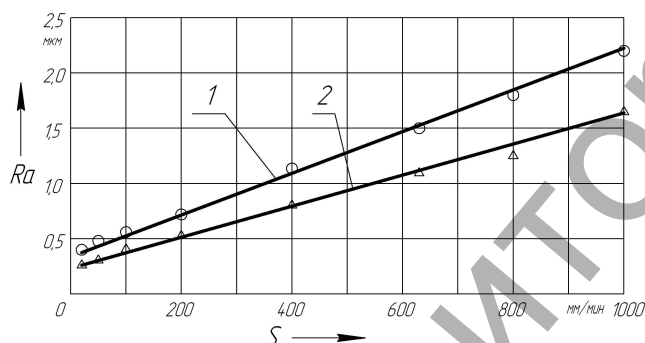
Анализ экспериментальных исследований показывает, что шероховатость упрочненной поверхности существенно зависит от скорости вращения инструмента, определяющей величину ударного воздействия деформирующих шаров на поверхность детали.

Из графика (рис. 3) видно, что снижение исходной шероховатости поверхности осуществляется при частоте вращения применяемого инструмента более  $1600 \text{ мин}^{-1}$ . Это объясняется тем, что при частоте вращения менее указанной величины деформирующие шары притягиваются к источникам магнитного поля инструмента, а возникающей при вращении центробежной силы недостаточно для их отрыва от магнитной системы.

Рациональными значениями частот вращения инструмента, обеспечивающими минимальное значение шероховатости упрочненной поверхности, являются: для стали 45 (200–220 HB)  $n = 2450 \text{ мин}^{-1}$  ( $v = 885 \text{ м/мин}$ ); для стали 45 (32–35 HRC)  $n = 2800 \text{ мин}^{-1}$  ( $v = 1011 \text{ м/мин}$ ); для стали 45 (42–45 HRC)  $n = 3100 \text{ мин}^{-1}$  ( $v = 1120 \text{ м/мин}$ ).

При увеличении частоты вращения инструмента деформирующие шары отрываются от поверхности магнитной системы инструмента, разгоняются вращающимся переменным магнитным полем и осуществляют динамическое воздействие на поверхность детали. По мере увеличения окружной скорости инструмента увеличивается и сила динамического воздействия деформирующих шаров на поверхность детали, что обеспечивает соответствующее снижение шероховатости упрочняемой поверхности. При этом наблюдается заполнение деформированным металлом впадин исходных микронеровностей поверхности детали. При превышении частоты вращения инструмента оптимального значения происходит некоторое увеличение шероховатости вследствие шелушения поверхности, вызванного перенаклепом поверхностного слоя детали.

На рисунке 4 показаны экспериментальные зависимости шероховатости поверхности по параметру  $Ra$  от минутной подачи инструмента, полученные при следующих условиях: материал упрочняемых заготовок – сталь 45 (180–200 HB); частота вращения инструмента –  $2240 \text{ мин}^{-1}$ ; исходная шероховатость поверхности отверстия после чистового растачивания –  $Ra 3,0\text{--}3,3 \text{ мкм}$ .

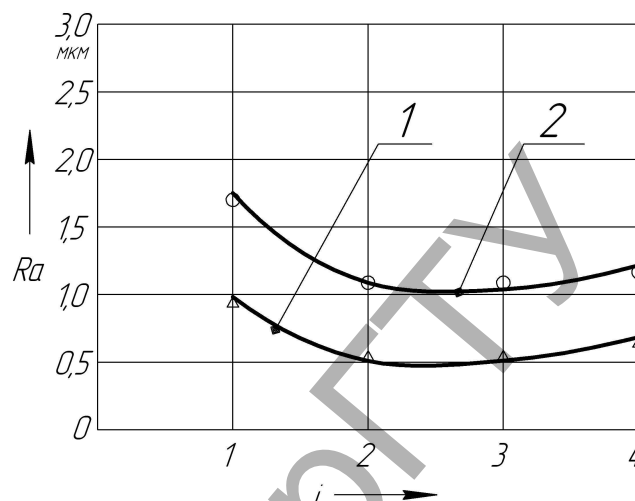


1 – односекционным инструментом; 2 – двухсекционным инструментом  
Рис. 4. Зависимость шероховатости упрочненной поверхности от подачи инструмента

Анализ зависимостей показывает, что в диапазоне подач от 20 до 1000 мм/мин при обработке односекционным раскатником обеспечивается снижение шероховатости поверхности по параметру  $Ra$  от 0,4 до 2,2 мкм, а при упрочнении двухсекционным раскатником – от 0,3 до 1,6 мкм. Увеличение подачи инструмента приводит к повышению шероховатости упрочненной поверхности. Это обусловлено тем, что с увеличением подачи инструмента уменьшается число ударов деформирующих шаров по поверхности детали в единицу времени. В результате усилия динамического воздействия на поверхность детали со стороны деформирующих шаров становится недостаточно для полного смятия исходных микронеровностей.

Проведены исследования шероховатости внутренней поверхности отверстия деталей из стали 45 (180–200 HB) и стали 45 (42–45 HRC), упрочненных магнитно-динамическим раскатыванием, от числа рабочих ходов инструмента. При этом обеспечивались следующие условия проведения эксперимента: исходная шероховатость поверхности отверстия после растачивания деталей из стали 45 (180–200 HB) составила  $Ra_{\text{исх}} 4,1\text{--}4,4 \text{ мкм}$ , из стали 45 (42–45 HRC) –  $Ra_{\text{исх}} 7,4\text{--}7,8 \text{ мкм}$ ; частота вращения инструмента –  $3150 \text{ мин}^{-1}$ ; подача инструмента –  $50 \text{ мм/мин}$ . Экспериментальная зависимость

параметра  $Ra$  упрочненной поверхности от числа рабочих ходов инструмента представлена на рисунке 5.

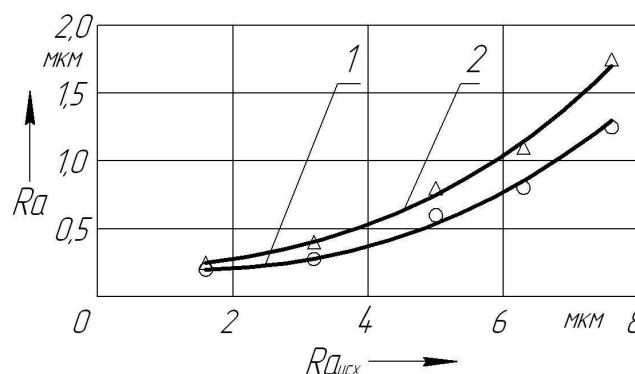


1 – сталь 45 (180–200 HB); 2 – сталь 45 (42–45 HRC)

Рис. 5. Зависимость шероховатости поверхности детали от числа рабочих ходов инструмента

Установлено, что при упрочняющей обработке поверхностей деталей из стали 45 твердостью 180–200 HB за первый рабочий ход инструмента исходная шероховатость снижается в 4,5 раза, а с учетом второго рабочего хода – в 7,7 раза. При раскатывании отверстия деталей из стали 45 твердостью 42–45 HRC шероховатость поверхности за первый рабочий ход инструмента снижается в 4,4 раза, а за два рабочих хода – в 6,9 раза. Третий рабочий ход инструмента не приводит к существенному изменению полученной шероховатости, а четвертый – несколько ухудшает шероховатость поверхности, что обусловлено шелушением поверхности, вызванным перенаклепом.

На рисунке 6 приведена зависимость шероховатости упрочненной поверхности от исходной шероховатости поверхности, полученной после чистового растачивания. Раскатыванию подвергались заготовки из стали 45 твердостью 180–200 HB и 42–45 HRC. Режимы упрочнения: частота вращения инструмента –  $2240 \text{ мин}^{-1}$ , подача инструмента –  $50 \text{ мм/мин}$ .



1 – сталь 45 (180–200 HB); 2 – сталь 45 (42–45 HRC)

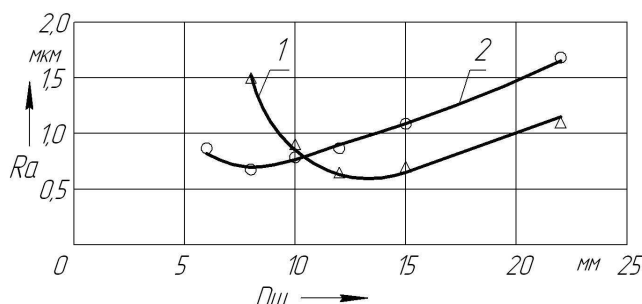
Рис. 6. Влияние исходной шероховатости поверхности заготовок на шероховатость поверхности после магнитно-динамического раскатывания

Анализ полученной зависимости позволяет сделать вывод о том, что магнитно-динамическое раскатывание позволяет снизить исходную шероховатость поверхности заготовок из стали 45 твердостью 180–200 HB в 6 раз (с  $Ra 7,6$  до  $Ra 1,25 \text{ мкм}$ ) и 8 раз (с  $Ra 1,6$  до  $Ra 0,2 \text{ мкм}$ ), а твердостью 42–45 HRC в 4,4 раза (с  $Ra 7,6$  до  $Ra 1,7 \text{ мкм}$ ) и 6,4 раза (с  $Ra 1,6$  до  $Ra 0,25 \text{ мкм}$ ).

Результаты выполненных исследований позволяют оценить технологические возможности метода магнитно-динамического раската-

тивания по снижению исходной шероховатости поверхности, а также осуществлять прогнозирование шероховатости упрочняемой поверхности с учетом шероховатости поверхности, полученной на предшествующей операции.

На рисунке 7 представлен график влияния диаметра деформирующих шаров инструмента на значение параметра шероховатости  $R_a$ . Материал упрочняемых заготовок – сталь 45 (твердость 180–200 HB), сталь 45 (твердость 42–45 HRC). Исходная шероховатость поверхности отверстия заготовок после чистового растачивания составляла  $R_a$  4,1–4,3 мкм. Режимы упрочнения: частота вращения инструмента – 2240 мин<sup>-1</sup>; подача инструмента – 50 мм/мин



1 – сталь 45 (180–200 HB),  $R_{a\text{исх}} = 4,1\text{--}4,4$  мкм; 2 – сталь 45 (42–45 HRC),  $R_{a\text{исх}} = 4,1\text{--}4,8$  мкм

**Рис. 7.** Влияние диаметра деформирующих шаров на шероховатость поверхности после магнитно-динамического раскатывания

Из графиков 1, 2 (рисунок 7) следует, что для заготовок из стали 45 соответственно твердости 180–200 HB и 42–45 HRC (для указанных выше режимов упрочнения) оптимальными значениями диаметра деформирующих шаров инструмента, обеспечивающими минимальную шероховатость поверхности, являются соответственно 13 и 8 мм.

Также были выполнены исследования зависимости шероховатости упрочненной поверхности от твердости обрабатываемого материала заготовок. Так при упрочняющей обработке заготовок из стали 45 твердостью от 180 HB до 55 HRC с исходной шероховатостью  $R_a$  4,1–4,4 мкм была достигнута шероховатость поверхности  $R_a$  0,6–1,05 мкм.

Таким образом, процесс магнитно-динамического раскатывания позволяет вести высокопроизводительную упрочняющую обработку заготовок из стали 45 твердостью от 180 HB до 55 HRC.

**Заключение.** Разработан инновационный способ магнитно-динамического упрочнения, позволяющий осуществлять поверхностное пластическое деформирование за счет преобразования энергии переменного магнитного поля инструмента в колебательные движения деформирующих шаров, взаимодействующих с поверхностью заготовки.

Для реализации способа предложена конструкция инструмента, имеющего кольцевую камеру со свободно установленными деформирующими шарами, отличающаяся наличием магнитной системы на основе цилиндрических постоянных магнитов, преобразующей энергию магнитного поля в энергию деформирования.

Проведенные исследования позволили выявить рациональные режимы процесса магнитно-динамического раскатывания при которых достигается минимальная шероховатость упрочненной поверхности.

Способ магнитно-динамического раскатывания внутренней цилиндрической поверхности заготовок обеспечивает высокопроизводительную упрочняющую обработку и снижение исходных микронеровностей поверхности с  $R_a$  6,3–1,6 до 0,6–0,2 мкм.

#### СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- Шнейдер, Ю.Г. Инструменты для чистовой обработки металлов давлением / Ю.Г. Шнейдер. – Л.: Машиностроение, 1971. – 248 с.
- Ящерицын, П.И. Упрочняющая обработка нежестких деталей в машиностроении / П.И. Ящерицын, А.П. Минаков. – Минск: Наука и техника, 1986. – 215 с.

- Минаков, А.П. Технологические основы пневмовибродинамической обработки нежестких деталей / А.П. Минаков, А.А. Бунос; под общ. ред. П.И. Ящерицына. – Минск: Наука и техника, 1995. – 304 с.
- Машиностроение: энцикл. / А.М. Дальский [и др.]; под общ. ред. А.Г. Суслова. – М.: Машиностроение, 2000. Т.3 – 840 с.
- Олейник, Н.В. Поверхностное динамическое упрочнение деталей машин / Н.В. Олейник, В.П. Кычин, А.Л. Луговской. – К.: Техника, 1984. – 151 с.
- Степанова, Т.Ю. Технологии поверхностного упрочнения деталей машин: учеб. пособие / Т.Ю. Степанова – Иванов: Иванов. гос. хим.-технол. ун-т., 2009. – 64 с.
- Обработка заготовок деталей машин: учеб. пособие / А.В. Миранович [и др.]; под ред. Ж.А. Мрочека. – Минск: Вышэйшая школа, 2014. – 172 с.: ил.
- Довгалева, А.М. Классификация инструментов для магнитно-динамического упрочнения / А.М. Довгалева, Д.М. Свирица, Д.М. Рыжанков // Вестн. Белорус.-Рос. ун-та. – 2008. – № 2. – С. 30–38.
- Способ магнитно-динамического упрочнения внутренней поверхности круглого отверстия в металлической детали: пат. 17976 Респ. Беларусь, МПК В24В39/02. / А.М. Довгалева, Д.М. Свирица; заявитель Бел.-Рос. ун-т. – №20120052; заявл. 16.01.2012; опубл. 30.06.2013 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2013. – № 3. – 4 с.
- Свирица, Д.М. Магнитно-динамическое раскатывание / Д.М. Свирица, А.М. Довгалева // Инновационные технологии, автоматизация и мехатроника в машино- и приборостроении: материалы междунар. науч.-практ. конф. / БНТУ; редкол.: Б.М. Хрусталева [и др.] – Минск, 2012. – С. 155–156.
- Метод магнитно-динамического раскатывания деталей технических систем / Д.М. Свирица, А.М. Довгалева // Новые материалы, оборудование и технологии в промышленности: материалы междунар. науч.-техн. конф. мол. ученых, Могилев, 17–18 нояб. 2011 г. / Белорус.-Рос. ун-т; редкол.: И.С. Сазонов [и др.]. – Могилев, 2011. – С. 3–7.
- Рыжанков, Д.М. Эффект магнитно-динамического упрочнения / Д.М. Рыжанков, А.М. Довгалева, Д.М. Свирица // Материалы, оборудование и ресурсосберегающие технологии: материалы междунар. науч.-техн. конф., Могилев, 19–20 апр. 2007 г.: в 3 ч. / Белорус.-Рос. ун-т; редкол.: И.С. Сазонов [и др.]. – Могилев, 2007. – Ч. 1. – С. 93.
- Свирица, Д.М. Модульный принцип конструирования инструментов с магнитоуправляемыми деформирующими элементами / Д.М. Свирица, Д.М. Рыжанков // Новые материалы, оборудование и технологии в промышленности: материалы респ. науч.-техн. конф. асп., магистр. и студ., Могилев, 26 янв. 2006 г. / Белорус.-Рос. ун-т; редкол.: И.С. Сазонов [и др.]. – Могилев, 2006. – С. 73.
- Свирица, Д.М. Интенсификация процесса упрочнения магнитно-динамическими инструментами / Д.М. Свирица, Д.М. Рыжанков, С.А. Сухоцкий // Материалы, оборудование и ресурсосберегающие технологии: материалы междунар. науч.-техн. конф., Могилев, 19–20 апр. 2007 г.: в 3 ч. / Белорус.-Рос. ун-т; редкол.: И.С. Сазонов [и др.]. – Могилев, 2007. – Ч. 1. – С. 96.
- Довгалева, А.М. Магнитно-динамические инструменты для упрочнения наружных поверхностей вращения / А.М. Довгалева, С.А. Сухоцкий, Д.М. Свирица, Д.М. Рыжанков // Вестн. Белорус. гос. с.-х. акад. – 2009. – № 4. – С. 56–62.
- Свирица, Д.М. Инструменты для магнитно-динамического упрочнения / Д.М. Свирица // Новые материалы, оборудование и технологии в промышленности: материалы междунар. науч.-техн. конф. мол. ученых, 17–18 нояб. 2011 г. / Белорус.-Рос. ун-т; редкол.: И.С. Сазонов [и др.]. – Могилев, 2011. – С. 43.
- Инструмент для отделочно-упрочняющей обработки: пат. 10188 Респ. Беларусь, МПК В 24 В 39/00 / А.М. Довгалева, Д.М. Свирица, Д.М. Рыжанков; заявитель Белорус.-Рос. ун-т. – № а 20050605; заявл. 16.06.05; опубл. 28.02.08 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2008. – № 1. – 4 с.
- Раскатки с магнитоуправляемыми деформирующими элементами: пат. 11531 Респ. Беларусь, МПК В 24 В 39/00 / А.М. Довга-

- лев, Д.М. Свирепа, Д.М. Рыжанков; заявитель Белорус.-Рос. ун-т. – № а 20060637; заявл. 27.06.06; опубл. 28.02.09 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2009. – № 1. – 4 с.
19. Инструмент для отделочно-упрочняющей обработки: пат. 11536 Респ. Беларусь, МПК В 24 В 39/00 / А.М. Довгалева, Д.М. Рыжанков, Д.М. Свирепа; заявитель Белорус.-Рос. ун-т. – № а

- 20060760; заявл. 20.07.06; опубл. 28.02.09 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2009. – № 1. – 4 с.
20. Упрочняющий инструмент: пат. 15364 Респ. Беларусь, МПК В 24 В 39/02 / А.М. Довгалева, Д.М. Свирепа, Д.М. Рыжанков, С.А. Сухоцкий; заявитель Белорус.-Рос. ун-т. – № а 20091852; заявл. 23.12.09; опубл. 28.02.12 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2012. – № 1. – 4 с.

Материал поступил в редакцию 03.11.14

# **DOVGALEVA A.M., SVIREPA D.M. Influence of technological and structural parameters of the process of magnetic dynamic rolling on surface roughness**

The article deals with an innovative method of dynamic magnetic strengthening, which allows performing surface plastic deformation by balls through the use of magnetic field energy of a tool.

The article describes the design of a tool for expanding holes of machine component billets, which differs from the known ones by presence of a magnetic system with cylindrical permanent magnets.

The paper gives recommendations on the choice of rational modes of the strengthening process, which minimize surface roughness of machine component billet.

УДК 531.16;51-74

**Алифанов А.В., Русан С.И., Цуран В.В.**

## **ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ВОЗМОЖНОСТИ НАСТРОЙКИ ПО КРАЙНИМ (КОНЦЕВЫМ) ТОЧКАМ МЕХАНИЗМА ДЛЯ ЗАТОЧКИ ЛЕЗВИЯ ГЕЛИКОИДАЛЬНЫХ РУБИЛЬНЫХ НОЖЕЙ**

**Форма и геометрические параметры ножа рубильной машины.** В некоторых типах рубильных машин в качестве режущего инструмента используется геликоидальный нож, схематично изображенный на рисунке 1. В отличие от ножей с прямолинейной кромкой, геликоидальный нож способен затягивать на себя обрабатываемую древесину, в результате чего отпадает необходимость в применении специальных подающих устройств. Как видно из рисунка 1, нож представляет собой длинную прямоугольную пластину постоянной толщины со скошенной заостренной поверхностью, причем угол заострения по длине режущей кромки меняется. В качестве направляющей линейчатой поверхности прием лезвие АВ заготовки (рис. 1). Углы наклона  $\alpha_1$ ,  $\alpha_2$  установлены опытным путем в процессе эксплуатации рубильных машин. Заготовка для изготовления ножа может иметь форму пластины с габаритными размерами ножа или пластины со скошенным под углом  $\alpha_2$  по всей длине краем (полуфабрикат). На рисунке 1 показан геликоидный нож длиной  $L$ , шириной  $B$ , толщиной  $\delta$ . Угол заточки  $\alpha_1$  в начале режущей кромки меньше угла заострения  $\alpha_2$  в конце режущей кромки.

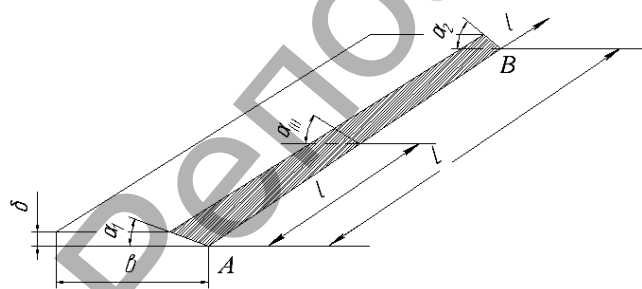


Рис. 1. Рубильный нож

**Оснастка и основы технологии заточки лезвия рубильного ножа.** Для заточки ножей с изменяемой наклонной поверхностью (депланацией) лезвия на ОАО «БААЗ» (г. Барановичи) был сконструирован специальный механизм, фрагмент которого показан на рисунке 2. Для установки заготовки ножа в устройство служит подвижный цилиндр. На рисунке он изображен в исходном (до начала рабочего хода) положении; в процессе заострения ножа цилиндр перемещается влево, совершая винтовое движение. Последнее обусловлено наличием на поверхности цилиндра винтовой канавки и входящего в нее ролика, неподвижно закрепленного в основании механизма и имеющего возможность вращения вокруг своей оси.

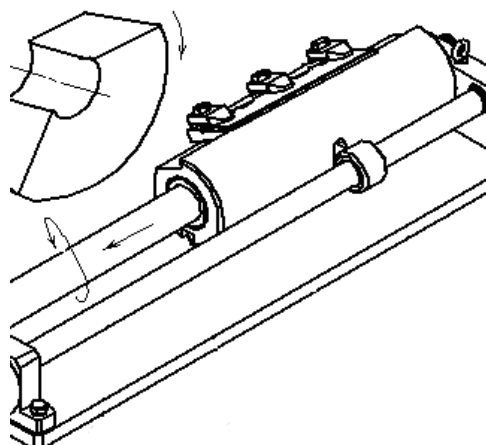


Рис. 2. Схема механизма для заточки рубильных ножей

Цилиндр с заготовкой ножа в дальнейшем будем называть несущим. Шлифовальный круг располагается над несущим цилиндром. Его ось вращения перпендикулярна образующей цилиндра. В процессе заточки ножа шлифовальный круг совершает только вращательное

**Алифанов Александр Викторович**, д.т.н., профессор, профессор кафедры оборудования и автоматизации производства инженерного факультета Барановичского государственного университета.

**Русан Сергей Иванович**, к.т.н., доцент кафедры общенаучных дисциплин инженерного факультета Барановичского государственного университета.

**Цуран Владимир Владимирович**, аспирант, преподаватель (совместитель) кафедры оборудования и автоматизации производства инженерного факультета Барановичского государственного университета, заместитель начальника ОГТ ОАО «БААЗ».

Беларусь, БарГУ, 225404, Брестская обл-ть, г. Барановичи, ул. Войкова, 21.